



IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

In re application of:

Kaoru Sakai et al.

Application No.: Unassigned

Filed: Herewith

For: IMAGE ALIGNMENT  
METHOD, COMPARATIVE  
INSPECTION METHOD, AND  
COMPARATIVE INSPECTION  
DEVICE FOR COMPARATIVE  
INSPECTIONS

Examiner: Not Assigned

Art Unit: Not Assigned

SUBMISSION OF PRIORITY  
DOCUMENT

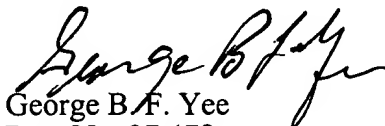
Assistant Commissioner for Patents  
Washington, D.C. 20231

Sir:

Applicant respectfully submits priority document Japan P2000-184563 filed

June 15, 2000, to be made of record in the above-referenced application.

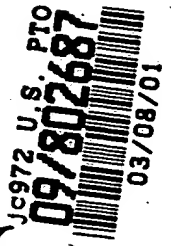
Respectfully submitted,

  
George B. F. Yee  
Reg. No. 37,478

TOWNSEND and TOWNSEND and CREW LLP  
Two Embarcadero Center, 8<sup>th</sup> Floor  
San Francisco, California 94111-3834  
Tel.: (650) 326-2400  
Fax: (650) 326-2422  
kk:gbfy:amc  
PA 3131718 v1

日本国特許庁  
PATENT OFFICE  
JAPANESE GOVERNMENT

21 0000 291



別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出願年月日

Date of Application:

2000年 6月15日

出願番号

Application Number:

特願2000-184563

出願人

Applicant(s):

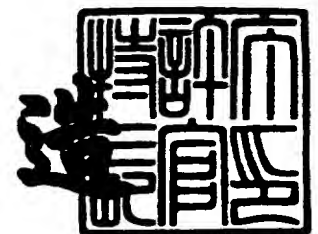
株式会社日立製作所

CERTIFIED COPY OF  
PRIORITY DOCUMENT

2000年11月17日

特許庁長官  
Commissioner,  
Patent Office

及川耕造



【書類名】 特許願

【整理番号】 NT00P0392

【提出日】 平成12年 6月15日

【あて先】 特許庁長官 殿

【国際特許分類】 G01B 11/24

【発明者】

【住所又は居所】 神奈川県横浜市戸塚区吉田町 2 9 2 番地 株式会社日立  
製作所 生産技術研究所内

【氏名】 酒井 薫

【発明者】

【住所又は居所】 神奈川県横浜市戸塚区吉田町 2 9 2 番地 株式会社日立  
製作所 生産技術研究所内

【氏名】 前田 俊二

【発明者】

【住所又は居所】 神奈川県横浜市戸塚区吉田町 2 9 2 番地 株式会社日立  
製作所 生産技術研究所内

【氏名】 岡部 隆史

【特許出願人】

【識別番号】 000005108

【氏名又は名称】 株式会社日立製作所

【代理人】

【識別番号】 100068504

【弁理士】

【氏名又は名称】 小川 勝男

【電話番号】 03-3661-0071

【選任した代理人】

【識別番号】 100086656

【弁理士】

【氏名又は名称】 田中 恭助

【電話番号】 03-3661-0071

【選任した代理人】

【識別番号】 100094352

【弁理士】

【氏名又は名称】 佐々木 孝

【電話番号】 03-3661-0071

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 081423

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 比較検査における画像の位置合せ方法、比較検査方法及び比較検査装置

【特許請求の範囲】

【請求項 1】

対象物を載置し、該対象物を移動させるステージと、該対象物を検出し、画像信号を出力する検出部と、該検出部から得られた画像を複数の小領域の検査対象画像と複数の小領域の参照画像に分割し、対応する画像を比較してそれぞれの位置ずれ量を検出し、検出された各小領域の画像の位置ずれ量のうち、信頼性の高い位置ずれ量を特定する画像処理部とを備え、該信頼性の高い位置ずれ量を用いて検査対象画像全体と参照画像全体の位置合せを行うことを特徴とする比較検査装置。

【請求項 2】

請求項 1 記載の比較検査装置において、該信頼性は該検出領域のパターンが密の場合には信頼性が高いと判断し、該パターンが粗の場合には信頼性が低いと判断することを特徴とする比較検査装置。

【請求項 3】

請求項 1 記載の比較検査装置において、該信頼性は、過去の位置ずれ量の変動から推定された位置ずれ量との比較において判定することを特徴とする比較検査装置。

【請求項 4】

請求項 1 記載の比較検査装置において、該検査対象画像全体と該参照画像全体の位置合せの信頼性が低い場合、検出感度を下げて該検査対象画像全体と該参照画像全体を比較して欠陥を検出することを特徴とする比較検査装置。

【請求項 5】

対象物を検出し、画像信号を出力する画像検出ステップと、該画像検出ステップから得られた画像を複数の小領域の検査対象画像と複数の小領域の参照画像に分割し、それぞれの位置ずれ量を検出する検出ステップと、該検出ステップで検出された各小領域の画像の位置ずれ量のうち、信頼性の高い位置ずれ量を特定す

る位置ずれ量特定ステップと、該信頼性の高い位置ずれ量を用いて検査対象画像全体と参照画像全体の位置合せを行うステップとを備えることを特徴とする比較検査における画像の位置合せ方法。

【請求項 6】

検査対象画像を参照画像と比較して 2 枚の画像の位置合わせを行う方法であって、対象画像のパターンの疎密によらず、位置合わせ失敗の割合を指定割合以下とすることを特徴とする比較検査における画像の位置合わせ方法。

【請求項 7】

検査対象画像を参照画像と比較して 2 枚の画像の位置合わせを行う方法であって、2 枚の画像間の輝度差の大小によらず、位置合わせ失敗の割合を指定割合以下とすることを特徴とする比較検査における画像の位置合わせ方法。

【請求項 8】

検査対象画像を参照画像と比較して 2 枚の画像の位置合わせを行う方法であって、画像内の輝度変化分の大小によらず、位置合わせ失敗の割合を指定割合以下とすることを特徴とする比較検査における画像の位置合わせ方法。

【請求項 9】

請求項 6、7、または 8 記載の比較検査における画像の位置合わせ方法において、上記検査対象画像と参照画像を比較して位置合わせを行う場合に、入力された 2 枚の画像をそれぞれ複数の領域に分割し、対応する各分割画像間で位置ずれ量を算出し、算出された複数の位置ずれ量から画像全体の位置ずれ量を決定することを特徴とする比較検査における画像の位置合わせ方法。

【請求項 10】

請求項 9 記載の比較検査における画像の位置合わせ方法において、該算出された複数の位置ずれ量から画像全体の位置ずれ量を決定する際に、各分割画像から算出した位置ずれ量のうち、信頼性の高い位置ずれ量のみを用いて画像全体の位置ずれ量を決定することを特徴とする比較検査における画像の位置合わせ方法。

【請求項 11】

請求項 9 または 10 記載の比較検査における画像の位置合わせ方法において、画像が連続的に入力される場合、該決定した画像全体の位置ずれ量の信頼性を評

価し、該信頼性が低い時には、過去の信頼性の高い位置ずれ量を用いて画像全体の位置合わせを行うことを特徴とする比較検査における画像の位置合わせ方法。

【請求項 1 2】

請求項 1 1 記載の比較検査における画像の位置合わせ方法において、画像が連続的に入力される場合、該決定した位置ずれ量の信頼性評価で、信頼性が高い時、次回以降の位置合わせ時の参照データとして現在の画像の位置ずれ量を保持しておくことを特徴とする比較検査における画像の位置合わせ方法。

【請求項 1 3】

請求項 1 1 記載の比較検査における画像の位置合わせ方法において、画像が連続的に入力される場合、該位置ずれ量の信頼性評価をする場合、過去の信頼性の高い位置ずれ量を収集し、それらとの比較により現在の処理対象である画像の位置ずれ量の信頼性を評価することを特徴とする比較検査における画像の位置合わせ方法。

【請求項 1 4】

検査対象画像を複数の領域に分割するステップと、参照画像を複数の領域に分割するステップと、分割された各領域の画像の内、各対応する検査対象画像と参照画像間で位置ずれ量を算出するステップと、各分割画像から算出された位置ずれ量のうち、信頼性の高い位置ずれ量のみを用いて画像全体の位置ずれ量を決定するステップと、最終的に決定した位置ずれ量の信頼性を評価するステップと、画像比較により欠陥を検出する際に、該最終的に決定した評価結果に応じて検出感度を調整するステップとを備えることを特徴とする比較検査方法。

【請求項 1 5】

請求項 1 4 記載の比較検査方法において、該決定した画像全体の位置ずれ量の信頼性が低い時には、過去の信頼性の高い位置ずれ量を用いて画像全体の位置合わせを行うステップを備えることを特徴とする比較検査方法。

【請求項 1 6】

請求項 1 4 記載の比較検査方法において、該最終的に決定した位置ずれ量が適用される画像にとって位置合わせミスが致命的なものか否かの判定を行うステップと、該信頼性評価結果と該致命性判定結果に応じて、検出感度を調整するステ

ップとを備えることを特徴とする比較検査方法。

【請求項 1 7】

対象となる 2 枚の画像を分割して入力する手段と、分割入力された画像各々の位置ずれ量を同時に算出する手段と、各分割画像から算出された位置ずれ量の各々の信頼性を評価し、それら複数の位置ずれ量の内、信頼性の高い位置ずれ量に基づき画像全体の位置ずれ量を算出する手段と、該算出された画像全体の位置ずれ量の信頼性を評価し、それに応じて最終的な位置ずれ量を決定する手段と、最終的な位置ずれ量を用いて各分割画像に対して位置合わせを行う手段と、それらの位置合わせの精度をモニタする手段と、モニタ結果に応じて検出感度を調整する手段と、検査結果とともに検出感度を出力する手段とを備えることを特徴とする比較検査装置。

【請求項 1 8】

請求項 1 7 記載の比較検査装置において、該画像を入力する手段は、対象物を移動させるステージと、該対象物を照射する照明と、対象物を撮像し、複数領域に分割して出力するセンサと、センサの出力信号をデジタル化する A/D 変換回路と、これを記憶するメモリとを有し、該位置ずれ量を算出する手段は該メモリに複数に分割して記憶された画像データから同時に位置ずれ量を算出する演算部を有することを特徴とする比較検査装置。

【発明の詳細な説明】

【0 0 0 1】

【発明の属する技術分野】

本発明は、2 枚の画像の比較によりその差異から欠陥を検出する検査方法、比較検査のために 2 枚の画像の位置合せを行う位置合わせ方法及び比較検査装置に係り、特に、半導体ウェハの外観検査を行う場合の位置合せ方法に応用して好適である。

【0 0 0 2】

【従来技術】

検査対象画像と参照画像とを比較して欠陥検出を行うパターン検査方法としては、特開平 0 5 - 2 6 4 4 6 7 号公報に記載の方法が知られている。



これは、繰り返しパターンが規則的に並んでいる被検査物をラインセンサで順次撮像し、繰り返しパターンピッチ分の時間遅れをおいた画像と比較し、その不一致部をパターン欠陥として検出するものである。しかし、実際にはステージの振動や対象物の傾きなどがあり、2枚の画像の位置が合っているとは限らないため、センサで撮像した画像と、繰り返しパターンピッチ分の遅延された画像の位置ずれ量を求める必要がある。そして、求められた位置ずれ量に基づき2枚の画像の位置合わせを行った後、画像間の差、例えば輝度差をとり、差が規定の閾値よりも大きいときに欠陥とし、小さいときは非欠陥と判定する。

2枚の画像の一般的な位置合わせ方法としては、対象となる画像全体の情報を用いて位置合わせ量を一括で算出し、位置合わせを行う方法がある。

#### 【 0 0 0 3 】

##### 【発明が解決しようとする課題】

以下本発明が解決しようとする課題について、図2、図3を用いて説明する。

#### 【 0 0 0 4 】

図2(a)～図2(c)は位置合わせに失敗しやすい画像例を示す正面図であり、図3(a)～図3(c)は位置合わせに失敗した画像の検出結果例を示す正面図である。

比較検査における2枚の画像の位置合わせでは、画像内のエッジ部を、位置ずれ量検出の1つの情報とし、画像間のエッジ部のずれが最小になるような位置合わせ量を算出するのが一般的である。実際には正規化相互相関を用いる方法、残差の総和を用いる方法などが提案されている。しかし、図2(a)に示すように、画面の右端に楕円形状のパターン21があるだけのエッジ情報が極端に少ない場合、すなわち、位置合わせ領域全体に対するエッジ部の割合（以下パターン密度と云う）が小さい場合、また、図(b)に示すように、縦方向には多くのエッジ22が存在するが、横方向には小さい長形状のパターン22があるだけの画面のように、特定方向のエッジが極端に多い場合、図2(c)に示すように、微小の丸いパターン24が数多く存在し、黒丸25があるだけの画面のように小ピッチのパターンが極端に多い場合には、位置ずれ量算出誤差が生じる可能性が大きく、上記従来技術のように、画像全体の情報から位置合わせ量を算出する方法

では、位置ずれによる誤検出（虚報）が発生する確率が高くなる。すなわち、位置合せに失敗した画像の検出結果は図 3 に示すようになり、誤検出が発生する。図 3（a）～図 3（c）において、31、32、33、34、35 は誤検出位置を表す。さらに画像内に輝度シェーディングがある場合や、画像間で明るさにむらがある場合、その確率は一層高くなる。

#### 【0005】

これに対し、従来、図 2（a）のようなパターンに対して、エッジの分量が特定量以下の場合是一律で検出感度を下げることによって対応していたが、この場合には、実際に欠陥があった場合の検出率を下げることになる。

#### 【0006】

本発明の目的はパターンの疎密や形状に依存しない高精度な位置合わせ技術を提供することにある。

本発明の他の目的は比較検査において、検出感度の低下を減少させることができる位置合わせ技術を提供することにある。

#### 【0007】

##### 【課題を解決するための手段】

上記目的を達成するために、第 1 の発明では、比較検査装置は、対象物を載置し、該対象物を移動させるステージと、該対象物を検出し、画像信号を出力する検出部と、該検出部から得られた画像を複数の小領域の検査対象画像と複数の小領域の参照画像に分割し、対応する画像を比較してそれぞれの位置ずれ量を検出し、検出された各小領域の画像の位置ずれ量のうち、信頼性の高い位置ずれ量を特定する画像処理部とを備え、該信頼性の高い位置ずれ量を用いて検査対象画像全体と参照画像全体の位置合せを行う。

第 1 の発明において、該信頼性は該検出領域のパターンが密の場合には信頼性が高いと判断し、該パターンが粗の場合には信頼性が低いと判断する。また、該信頼性は、過去の位置ずれ量の変動から推定された位置ずれ量との比較において判定する。また、該検査対象画像全体と該参照画像全体の位置合せの信頼性が低い場合、検出感度を下げて該検査対象画像全体と該参照画像全体を比較して欠陥を検出する。

## 【 0 0 0 8 】

第 2 の発明では、比較検査における画像の位置合せ方法は、対象物を検出し、画像信号を出力する画像検出ステップと、該画像検出ステップから得られた画像を複数の小領域の検査対象画像と複数の小領域の参照画像に分割して、それぞれの位置ずれ量を検出する検出ステップと、該検出ステップで検出された各小領域の画像の位置ずれ量のうち、信頼性の高い位置ずれ量を特定する位置ずれ量特定ステップと、該信頼性の高い位置ずれ量を用いて検査対象画像全体と参照画像全体の位置合せを行うステップとを備える。

## 【 0 0 0 9 】

第 3 の発明では、比較検査における画像の位置合せ方法は、検査対象画像を参照画像と比較して 2 枚の画像の位置合わせを行う方法であって、対象画像のパターンの疎密によらず、位置合わせ失敗の割合を指定割合以下とする。

## 【 0 0 1 0 】

第 4 の発明では、比較検査における画像の位置合せ方法は、検査対象画像を参照画像と比較して 2 枚の画像の位置合わせを行う方法であって、2 枚の画像間の輝度差の大小によらず、位置合わせ失敗の割合を指定割合以下とする。

## 【 0 0 1 1 】

第 5 の発明では、比較検査における画像の位置合せ方法は、検査対象画像を参照画像と比較して 2 枚の画像の位置合わせを行う方法であって、画像内の輝度変化分の大小によらず、位置合わせ失敗の割合を指定割合以下とする。

## 【 0 0 1 2 】

第 3 ～ 5 の発明において、上記検査対象画像と参照画像を比較して位置合わせを行う場合に、入力された 2 枚の画像をそれぞれ複数の領域に分割し、対応する各分割画像間で位置ずれ量を算出し、算出された複数の位置ずれ量から画像全体の位置ずれ量を決定する。また、該算出された複数の位置ずれ量から画像全体の位置ずれ量を決定する際に、各分割画像から算出した位置ずれ量のうち、信頼性の高い位置ずれ量のみを用いて画像全体の位置ずれ量を決定する。また、画像が連続的に入力される場合、該決定した画像全体の位置ずれ量の信頼性を評価し、該信頼性が低い時には、過去の信頼性の高い位置ずれ量を用いて画像全体の位置

合わせを行う。また、画像が連続的に入力される場合、該決定した位置ずれ量の信頼性評価で、信頼性が高い時、次回以降の位置合わせ時の参照データとして現在の画像の位置ずれ量を保持しておく。また、画像が連続的に入力される場合、該位置ずれ量の信頼性評価をする場合、過去の信頼性の高い位置ずれ量を収集し、それらとの比較により現在の処理対象である画像の位置ずれ量の信頼性を評価する。

## 【 0 0 1 3 】

第6の発明では、比較検査方法は、検査対象画像を複数の領域に分割するステップと、参照画像を複数の領域に分割するステップと、分割された各領域の画像の内、各対応する検査対象画像と参照画像間で位置ずれ量を算出するステップと、各分割画像から算出された位置ずれ量のうち、信頼性の高い位置ずれ量のみを用いて画像全体の位置ずれ量を決定するステップと、最終的に決定した位置ずれ量の信頼性を評価するステップと、画像比較により欠陥を検出する際に、該最終的に決定した評価結果に応じて検出感度を調整するステップとを備える。

第6の発明において、該決定した画像全体の位置ずれ量の信頼性が低い時には、過去の信頼性の高い位置ずれ量を用いて画像全体の位置合わせを行うステップを備える。また、該最終的に決定した位置ずれ量が適用される画像にとって位置合わせミスが致命的なものか否かの判定を行うステップと、該信頼性評価結果と該致命性判定結果に応じて、検出感度を調整するステップとを備える。

## 【 0 0 1 4 】

第7の発明では、検査装置は、対象となる2枚の画像を分割して入力する手段と、分割入力された画像各々の位置ずれ量を同時に算出する手段と、各分割画像から算出された位置ずれ量の各々の信頼性を評価し、それら複数の位置ずれ量の内、信頼性の高い位置ずれ量に基づき画像全体の位置ずれ量を算出する手段と、該算出された画像全体の位置ずれ量の信頼性を評価し、それに応じて最終的な位置ずれ量を決定する手段と、最終的な位置ずれ量を用いて各分割画像に対して位置合わせを行う手段と、それらの位置合わせの精度をモニタする手段と、モニタ結果に応じて検出感度を調整する手段と、検査結果とともに検出感度を出力する手段とを備える。また、該画像を入力する手段は、対象物を移動させるステー

と、該対象物を照射する照明と、対象物を撮像し、複数領域に分割して出力するセンサと、センサの出力信号をデジタル化するA/D変換回路と、これを記憶するメモリとを有し、該位置ずれ量を算出する手段は該メモリに複数に分割して記憶された画像データから同時に位置ずれ量を算出する演算部を有する。

【0015】

【発明の実施の形態】

以下、本発明の実施の形態を幾つかの実施例を用い、図を参照して説明する。

【0016】

まず、図1を用いて比較検査装置及び位置合せ方法について説明する。

図1は本発明による比較検査装置の一実施例を示す概略の構成図であり、半導体ウェハを対象とした光学式外観検査装置を示す。図において、11は検査対象となる半導体ウェハ、12は半導体ウェハ11を固定し、半導体ウェハ11を移動させるステージ、13は半導体ウェハの画像を取り込む検出部、14は検出部13からの出力信号をデジタル化するA/D変換回路、15は得られた2枚の画像の比較により欠陥を検出する画像処理部、16は全体制御部である。

【0017】

検査対象となる半導体ウェハ11は、図4の半導体ウェハの正面図に示すように同一パターンのチップ41、42が多数、規則的に並んでいる。図1の検査装置では、2つのチップの同じ位置、例えば図4のチップ41、42の各領域41aと領域42a等での画像を比較し、その差異を欠陥として検出する。その作用を説明すると、全体制御部16では半導体ウェハ11をステージ12により連続的に移動させる。これに同期して、順次、チップの像が検出部13より取り込まれる。検出部13のセンサはステージの進行方向と垂直の方向に、複数のチャンネルに分かれており、入力された信号を複数個の分割信号として回路14に出力する。回路14では複数個に分割されて入力されたアナログ信号をデジタル信号に変換し、画像処理部15に入力する。画像処理部15には、遅延メモリにより（図示せず）、ステージ12がチップ間隔分移動する時間だけ遅延された画像信号、すなわち、現在検査対象として入力されるチップの1つ前のチップの画像信号と、現チップの画像信号がセットで入力される。

## 【 0 0 1 8 】

図 5 は本発明による比較検査装置の画像処理部に入力される画像の一例を示す正面図であり、画像処理部 1 5 に入力される画像はチップ 5 1 の特定領域 5 2 を幾つかに分割した領域部分 5 2 a、5 2 b、… 5 2 n を検出したものである。ステージ 1 2 の移動に同期して順次入力されるこれら 2 チップの画像信号は、ステージの振動があつたり、ステージ上にセットされたウェハが傾いていると、全く同じ箇所での信号とはならない。このため、順次入力される 2 つの画像間の位置ずれ量を算出し、位置合わせを行った後に比較検査を行う必要がある。

## 【 0 0 1 9 】

次に、図 6 を用いて、画像処理部 1 5 で行われる位置ずれ量検出方法の一例について説明する。

図 6 は本発明による比較検査装置の画像処理部での処理を説明するための模式図であり、光学式外観検査装置を例にとって説明する。図 6 に示すように、検出部 1 3 から入力された現チップの画像信号と遅延メモリを介して入力されたその直前に検出されたチップの画像信号は 1 個または複数個（ここでは N 個とする）に分割されており、これらは個々に並列処理される。例えば、図 5 に示すように、一つのチップの検出すべき領域（特定領域）は分割され、領域部分 5 2 a、5 2 b、… 5 2 n の画像に分割されて検出部 1 3 で検出されて画像処理部 1 5 に入力される。このように、本実施例においては、入力される画像はステージ 1 2 の進行方向に平行な線で分割された一定サイズの画像を処理単位としている。以下、分割された領域部分 5 2 a、5 2 b、… 5 2 n の画像各々の個別の処理系をチャンネルと呼ぶことにする。図 6 において、例えば、領域部分 5 2 a の画像は遅延回路 6 2 で遅延されたその直前のチップの対応する画像と共に第 1 チャンネル 6 1 a で処理され、領域部分 5 2 b の画像は遅延回路 6 2 で遅延されたその直前のチップの対応する画像と共に第 2 チャンネル 6 1 b で処理され、領域部分 5 2 n の画像は遅延回路 6 2 で遅延されたその直前のチップの対応する画像と共に第 n チャンネル 6 1 n で処理される。

## 【 0 0 2 0 】

位置ずれ量の算出には各種手法があるが、ここでは、図 7 を用い、正規化相互

相関により位置ずれ量を算出する方法を例にとって説明する。

図 7 は本発明による位置ずれ量算出方法を説明するための模式図である。図において、領域部分 5 2 a、5 2 b…5 2 n の画像を検査対象画像 7 1 a、7 2 b、…7 2 n とし、その直前の対応する画像を参照画像 7 2 a、7 2 b、…7 2 n とする。検査対象画像 7 1 a と遅延回路 6 2 で遅延された参照画像 7 2 a は画像処理部 1 5 の第 1 チャンネル 6 1 a に入力され、検査対象画像 7 1 b と遅延回路 6 2 で遅延された参照画像 7 2 b は画像処理部 1 5 の第 2 チャンネル 6 1 b に入力され、検査対象画像 7 1 n と遅延回路 6 2 で遅延された参照画像 7 2 n は画像処理部 1 5 の第 n チャンネル 6 1 n に入力される。そして、各チャンネル 6 1 a～6 1 n では 2 枚の画像間を相対的に x 方向に  $-m \sim +m$  画素、y 方向に  $-m \sim +m$  画素ずらした時の合計 M 個、

$$M = ((2 \times m + 1) \times (2 \times m + 1))$$

の相関値を算出し、相関値最大位置をチャンネル内での位置ずれ量として検出する。全体制御部 1 6 では、各チャンネルで算出された M 個の相関値を調べ、信頼性の高いチャンネル、この場合は M 個の相関値の最大値が特定したしきい値以上のチャンネルのみの情報を選択して、総合的に位置ずれ量を決定し、それを各チャンネルに対し適用する。相関値の取り得る値は  $-1.0 \sim 1.0$  であり、画像が完全に一致した場合、 $1.0$  となるので、より信頼性の高いチャンネルのみを選択するのであれば、しきい値は  $0.9$  以上にするのが望ましい。ここでは正規化相互相関値により位置ずれ量を検出し、信頼性も相関値で評価する例を述べたが、画像間の濃淡差の総和といった別の手法により位置ずれ量をチャンネル単位で算出し、それに応じた信頼性の指標を設けてもよい。

#### 【 0 0 2 1 】

本実施例においては、従来のように処理単位の画像全体から位置ずれ量を算出するのではなく、上述のように、領域 5 1 を領域部分 5 2 a～5 2 n に分割して検出して、検査対象画像 7 1 a～7 1 n、参照画像 7 2 a～7 2 n を得、これら各画像を各チャンネル 6 1 a～6 1 n 単位で位置ずれを求めている。すなわち、小領域で位置ずれ量を求め、信頼性の高いチャンネルの位置ずれ量のみを用いて画像全体の位置ずれ量を求めることにより、パターンの疎密や形状によらず、位置合

わせミスによる誤検出の割合を指定割合以下とすることが可能となる。誤検出の割合は当然、0%になるのが理想であるが、画像の撮像条件などにより、比較画像が劣化している場合などもあり得る。本実施例では、良好な画像が得られた場合、パターンの疎密や形状によらず、位置合わせミスによる誤検出は全く起こらないが、フォーカスが合っていないなど画像が劣化していた場合でも、1%以下とすることが可能である。

## 【 0 0 2 2 】

図8は処理画像の一例を示す模式図であり、この画像を用いて、以下本実施例の具体的な効果について説明する。この検査対象となる2枚の画像71、72は、パターンのほとんど無く、検査対象画像71c、71n、参照画像72c、72nの画像にのみ特定方向のパターンが含まれている。これら2つのパターンの方向性はそれぞれ異なっている。これらの画像はそれぞれ対応するチャンネルで処理される。

## 【 0 0 2 3 】

位置ずれ量検出には、基本的にエッジ情報を用いるが、このような画像では、従来のように画像全体から位置ずれ量を算出しようとする、パターン密度が極端に小さくなるため、画像内に若干の輝度シェーディングや画像間に明るさむらがあるだけでも誤った位置ずれ量を算出する確率が高くなる。また、各チャンネル61a～61nで検出した位置ずれ量の中から最も信頼性の高い位置ずれ量を1つ選択し、それを全チャンネルに適用しようとする、図8の画像ではパターンを含むチャンネル61cまたはチャンネル61nの位置ずれ量が選択されることになる。しかし、どちらのチャンネル61cまたは61nも特定方向のエッジのみが極端に多いため、正しい位置ずれ量に対して、図9(a)、図9(b)の矢印の方向に算出誤差を生じる可能性が大きい。その結果、一方のチャンネル61c、またはチャンネル61nの位置ずれ量を全チャンネルに適用すると、もう一方のパターンを含むチャンネルで位置合わせミスを起こし、誤検出が発生することになる。

## 【 0 0 2 4 】

これに対し、本実施例による位置合わせ方法では、以下図9(c)、図9(d)を用いて説明するように、正しい位置ずれ量を算出することができる。なお、



図 9 は分割画像の位置ずれ方向を説明するための模式図である。本実施例においては、図 8 の画像で、無地画像 7 1 a、7 1 b 7 2 a、7 2 b 等処理するチャンネル 6 1 a、6 1 b のように信頼性の低いチャンネルの位置ずれ量は使わずに、パターンのあるチャンネル 6 1 c とチャンネル 6 1 n の位置ずれ量のみから総合的に画像全体の位置ずれ量を算出する。実際、チャンネル 6 1 a、チャンネル 6 1 n の位置ずれ量は、図 9 (c)、図 9 (d) の矢印の方向には信頼性が高いため、2 つのチャンネル 6 1 a、6 1 n のそれぞれから信頼性の高い方向の位置ずれ量のみを採用することにより、x 方向、y 方向ともに正しい位置ずれ量を算出することができる。これにより、パターンの疎密や形状に依存した位置合わせミスによる誤検出の発生をほぼ無くすることが可能となる。また、小領域 5 2 a ~ 5 2 n 内で正規化相互相関や濃淡差の総和など、位置ずれ検出に必要な統計量を算出することになるので、画像内での輝度シェーディングや画像間の明るさむらの影響も小さくなり、位置合わせミスによる誤検出の発生を低減することができる。

#### 【 0 0 2 5 】

更に本実施例では、信頼性の高いチャンネル情報、例えば画像処理部 1 5 に入力される画像 7 1 a ~ 7 1 n、7 2 a ~ 7 2 n の内パターン密度の高い画像のチャンネルから得られた情報のみを用いて、算出された画像全体の位置ずれ量についての信頼性を評価し、算出された位置ずれ量の信頼性が低かった場合や、全チャンネルから算出された位置ずれ量の中に、信頼性の高いものが 1 つも無かった場合、現画像から位置ずれ量を決定せずに、1 回以上過去の位置ずれ量を用いて位置合わせを行う。例えば、図 8 の画像のように極端にパターン密度が低い場合、または信頼できる位置ずれ量が全チャンネルから見つからない場合には、過去の、十分にパターン密度がある画像の位置ずれ量を参照し、それを適用する。逆に、現在の位置合わせ画像にパターンが十分にあり、算出された位置ずれ量の信頼性が高いものであれば、次回以降の信頼性の低い位置ずれ量しか得られなかった画像での参照データとしてメモリに保持しておく。

#### 【 0 0 2 6 】

これまで述べてきた全体画像の位置ずれ量の信頼性評価方法の一例について、図 1 0 を用いて説明する。

図 1 0 ( a )、( b ) は比較検査装置の位置ずれ量の変動を示す特性曲線図である。図において、横軸は検査回数を示し、縦軸は位置ずれ量を示す。この特性曲線で示される過去の位置ずれ量の軌跡と、算出された位置ずれ量の関係を調べることによって算出された位置ずれ量の信頼性を評価することができる。例えば、図 1 0 ( a ) は過去の位置ずれ量を時系列にプロットした例であるが、装置の振動周期等により位置ずれ量が周期的に変動している。このように位置ずれ量が周期的に変動する装置であれば、これまでの位置ずれ量の軌跡をたどり、今回の位置ずれ量を予測することができる。図において、1 0 1 は現在の予測された位置ずれ量である。そして、実際に算出された位置ずれ量が、予測された位置ずれ量 1 0 1 に近いものであれば、その位置ずれ量は信頼性の高いものと推定することができる。例えば、予測された位置ずれ量 1 0 1 に対する、実際に算出された位置ずれ量の誤差が 5 % 以内であった場合を、信頼できるものとする。このように、位置ずれ量の信頼性を、過去の蓄積された位置ずれ量との比較において調べることにより、算出された位置ずれ量の評価をより正確に行える。

#### 【 0 0 2 7 】

上述においては、位置ずれ量が周期的に変動しているとして、外挿により予測値を算出すると述べたが、予測値の算出方法は他の方法をとこともできる。

例えば、図 1 0 ( b ) に示すように、ごく最近の位置ずれ量のみを収集し、その平均値を予測値とすることもできる。図において、1 0 2 は平均の位置ずれ量であり、今回測定した位置ずれ量が位置ずれ量 1 0 2 近傍にあれば、測定した位置ずれ量が正しいと評価することができる。ただし、いずれの方法で予測値を算出するにしても、収集される過去の位置ずれ量は、信頼性の高いものでなければならない。そのため、現位置合わせ画像から算出された位置ずれ量の信頼性が高いものであれば、次回以降の予測値算出のための過去データとして、保持しておく。

#### 【 0 0 2 8 】

信頼性評価方法の他の例としては、位置合わせをした画像のパターン密度の大小が挙げられる。例えば、x 方向、y 方向それぞれのパターンがともに十分に多ければ位置合わせに失敗する割合は少ないため、信頼性が高いとする。パターン

密度の計測方法の一例としては、まず、画像全体の各画素で、x方向、y方向に微分値を求める。微分値の算出には一般的に各種オペレータがあるが、その一例を図11を用いて説明する。

#### 【0029】

図11はチップのパターン密度の算出方法を説明するためのチップの模式図である。図において、101はチップの画像であり、このチップ画像101のある画素Eに着目し、これについて、その近傍の値を用いて、

$$E \text{ での } x \text{ 方向の微分値} = (B + H - 2 \times E)$$

$$E \text{ での } y \text{ 方向の微分値} = (D + F - 2 \times E)$$

をして算出し、その値が特定しきい値より大きい画素数が全画素数に対して何割あるか（例えば、10%以上）で判定する。

また、上記、過去の位置ずれ量の軌跡との比較と、現画像のパターン密度の大小の両方から評価を行うなど、複数の条件の組み合わせで信頼性を評価することもできる。

#### 【0030】

このように信頼性を調べることにより、算出した位置ずれ量による位置合わせ精度をコンピュータでモニタし、異常値が出ないかどうかをみる。もし、その位置合わせ精度が悪いと判定された場合には、位置合わせミスによる誤検出の可能性が高いとして、検出感度をあらかじめ下げしておく。

#### 【0031】

ここで、例えばパターン密度から位置合わせ精度をモニタすると、密度の低い画像は当然、位置合わせの信頼性が低くなる。しかし、例えば、画像内にまったくパターンが無い場合、正しい位置ずれ量は求まらない可能性が高いが、誤った位置ずれ量で位置合わせをしても誤検出は起きない。同様に、画像全領域内に図2(b)、(c)のような特定方向のパターンしか含まない場合も、誤検出は起きない。そこで、本実施例では、位置合わせ精度が悪いと判断された場合、さらに、その画像にとって、位置合わせ失敗が致命的、すなわち、誤検出発生につながるかどうかを調べ、致命的でない（致命性が低い）場合、すなわち失敗しても問題ない場合は検出感度を下げないようにする。こうして、画像にとっての致命

性を調べることにより、検出感度を不要に低下させないようにする。このように位置合わせ精度を正確にモニタするとともに、現画像の位置合わせミスによる致命性を調べることにより、必要な時にのみ確実に検出感度を下げ、誤検出（虚報）を低減し、また、検出感度の低下を必要最低限にとどめ、より広い範囲での高感度な検査を実現することが可能となる。

#### 【 0 0 3 2 】

以上、本発明による画像の位置合せ方法及び比較検査装置、並びに位置合せ精度のモニタ方法の一実施例について、半導体ウェハを対象とした光学式外観検査装置における方法を例にとって説明したが、本発明は電子線式パターン検査やD U V方式の検査における比較画像の位置合わせにも適用可能である。

また、検査対象は半導体ウェハに限られるわけではなく、画像の比較により欠陥検出が行われているものであれば何でも適用できる。例えば、T F T基板、ホトマスク、プリント板などにも適用可能である。

#### 【 0 0 3 3 】

以上述べたように、本発明においては、このような従来検査技術の問題を解決するために、検査対象画像を参照画像と比較してその差異から欠陥を検出する比較検査において、2枚の比較の対象とする画像をそれぞれ複数の領域に分割し、分割された各小領域で位置ずれ量を算出し、算出された位置ずれ量のうち、信頼性の高いものだけを用いて画像全体の位置ずれ量を算出している。このため、パターンの疎密や形状に依存しない高精度な位置合わせ技術を提供することができる。

また、これにより位置合わせミスによる誤検出を低減した高感度な比較検査方法及び装置を提供することができると共に、位置合わせの精度をモニタし、位置合わせ失敗の時にのみ検査感度を落とすことにより、検出感度の低下を必要最小限にとどめた、高感度な比較検査方法及び装置を提供することができる。

より具体的に述べると、本発明においては、位置合わせ精度は0.1画素以下、位置合わせミスによる誤検出の割合は、比較画像が劣化している場合でも、パターンの疎密や形状によらず、1%以下とすることが可能である。

【 0 0 3 4 】

【発明の効果】

以上述べたように、本発明によれば、パターンの疎密や形状に依存しない高精度な位置合わせ方法及び装置を得ることができる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】

本発明による比較検査装置の一実施例を示す概略の構成図である。

【図 2】

位置合わせに失敗しやすい画像例を示す正面図である。

【図 3】

位置合わせに失敗した画像の検出結果例を示す正面図である。

【図 4】

チップの被位置合わせ対象領域の一例を示す正面図である。

【図 5】

本発明による比較検査装置の画像処理部に入力される画像の一例を示す正面図である。

【図 6】

本発明による比較検査装置の画像処理部での処理を説明するための模式図である。

【図 7】

本発明による位置ずれ量算出方法を説明するための模式図である。

【図 8】

処理画像の一例を示す模式図である。

【図 9】

分割画像の位置ずれ方向を説明するための模式図である。

【図 1 0】

比較検査装置の位置ずれ量の変動を示す特性曲線図である。

【図 1 1】

チップのパターン密度の算出方法を説明するためのチップの模式図である。

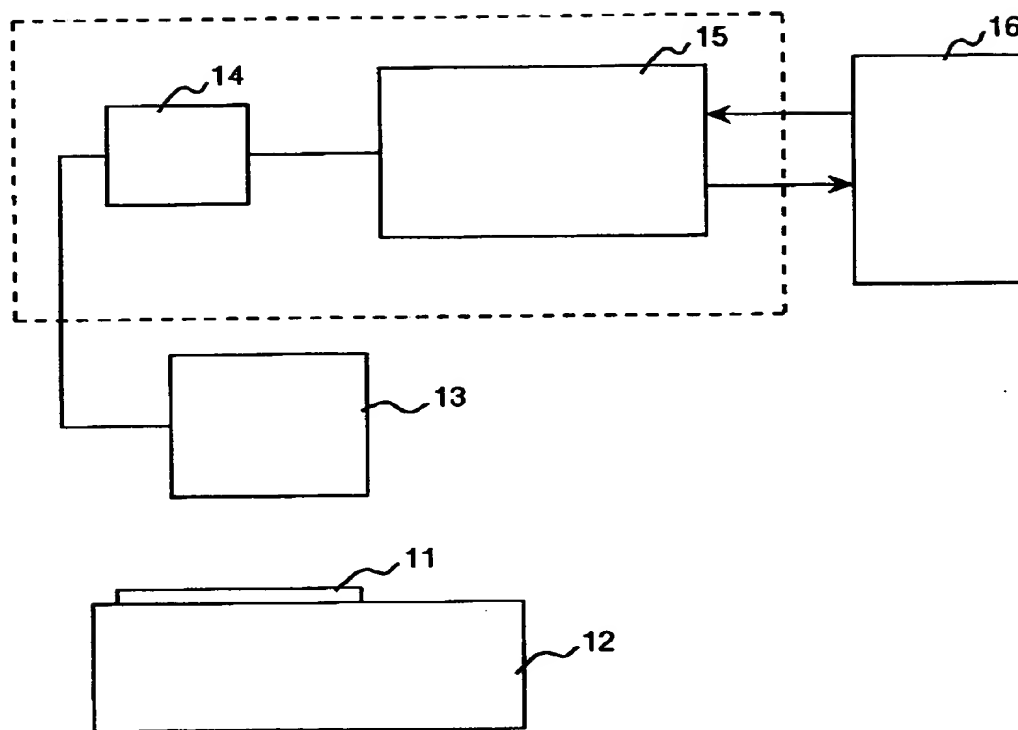
【符号の説明】

1 1 …半導体ウェハ、1 2 …ステージ、1 3 …検出部、1 4 …A／D変換回路  
、1 5 …画像処理部、1 6 …全体制御部。

【書類名】 図面

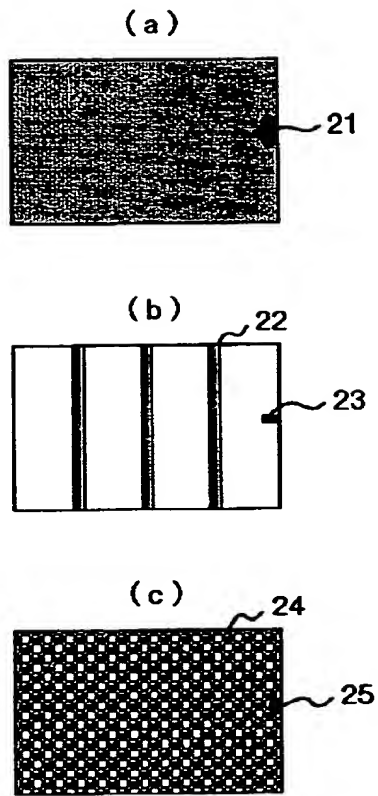
【図 1】

図 1



【図 2】

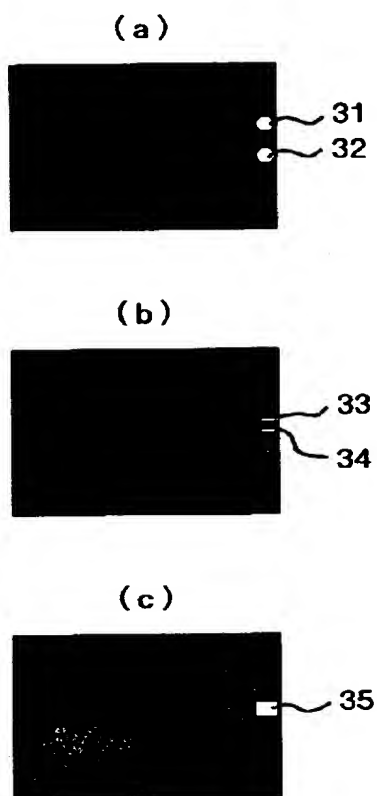
図 2





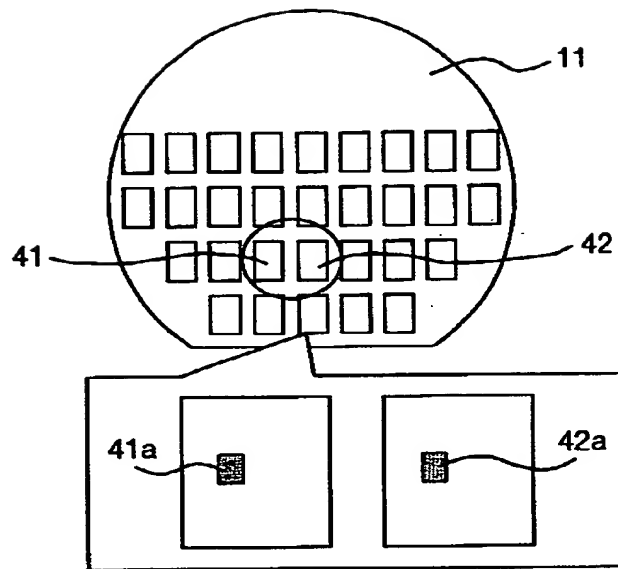
【図 3】

図 3



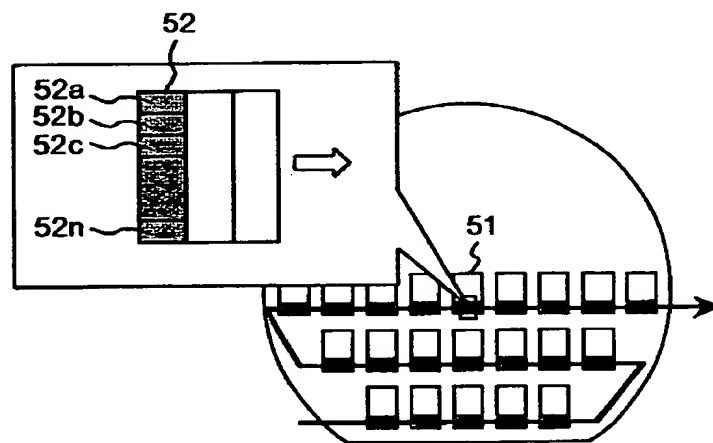
【図 4】

図 4



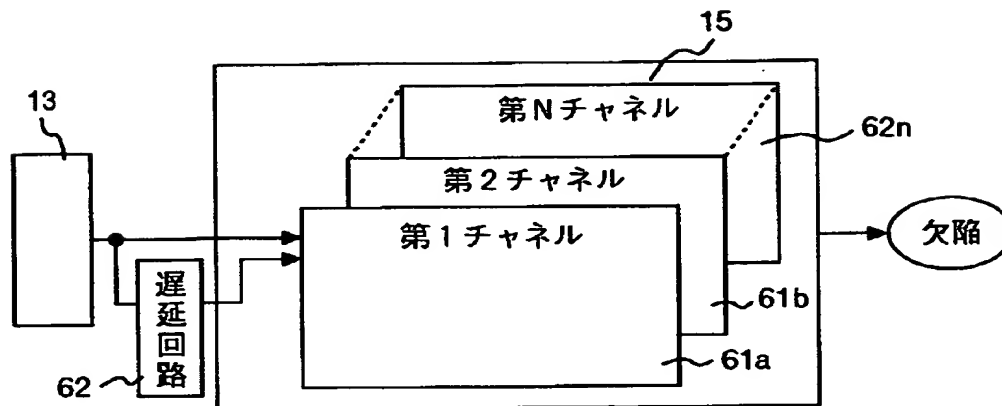
【図 5】

図 5



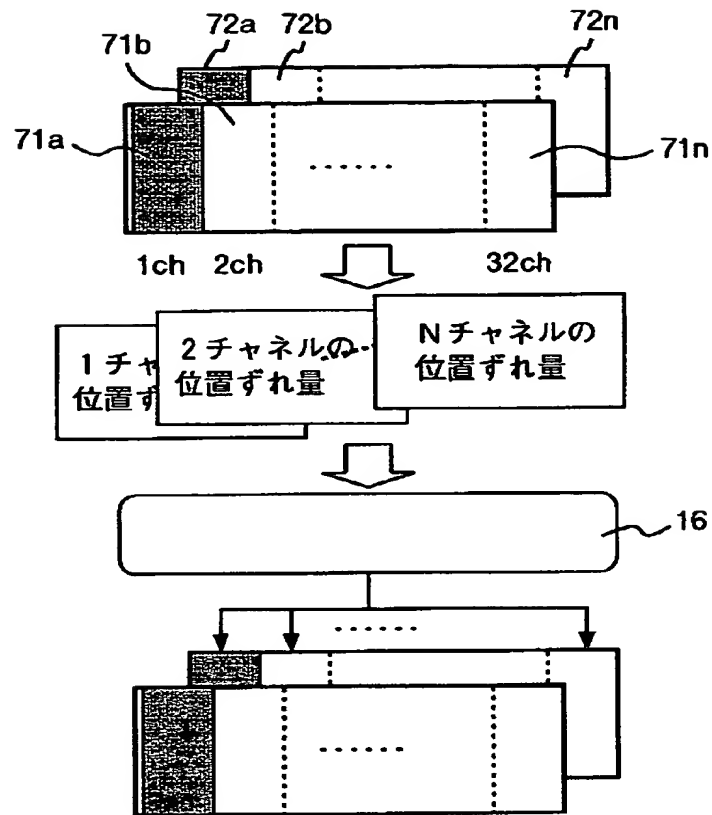
【図 6】

図 6



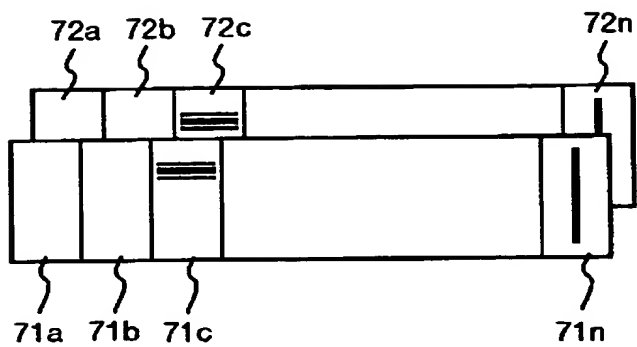
【図 7】

図 7



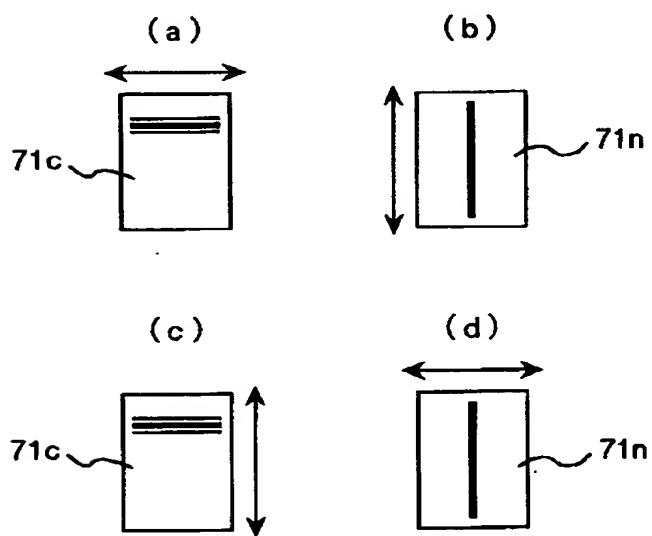
【図 8】

図 8



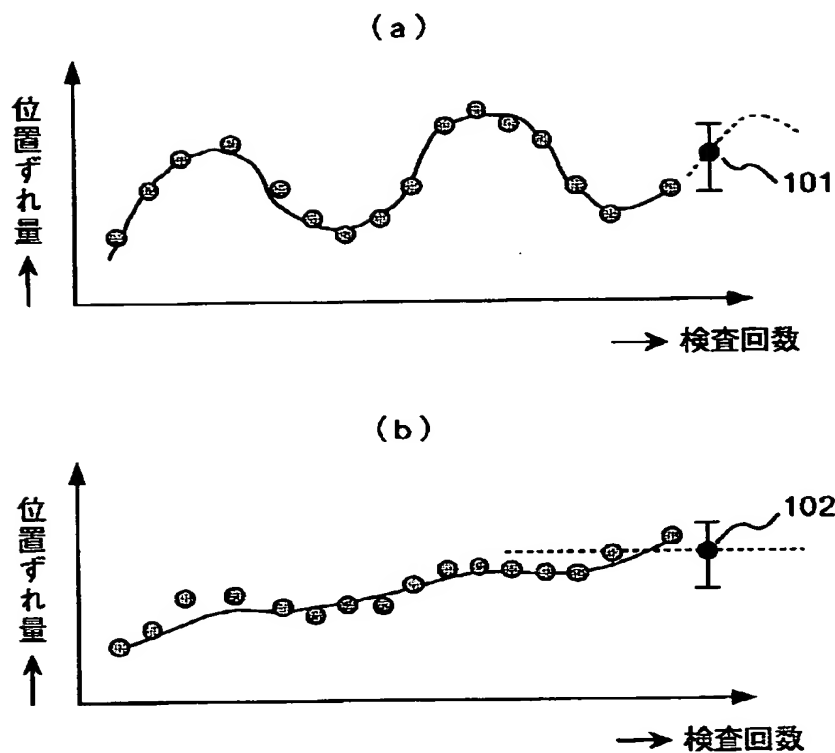
【図 9】

図 9



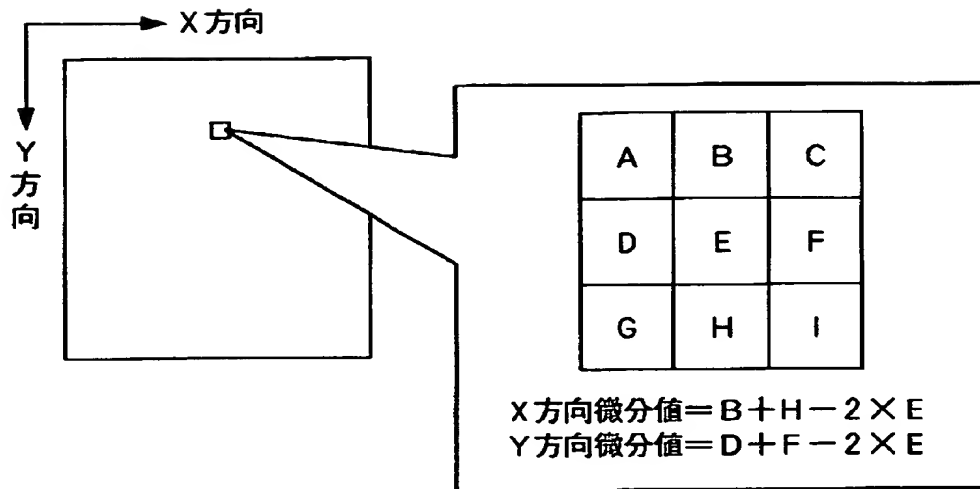
【図 1 0】

図 1 0



【図 1 1】

図 1 1



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 検査対象画像を参照画像と比較してその差異から欠陥を検出する比較検査において、パターンの疎密や形状に依存しない高精度な位置合わせ方法及び装置を提供する。

【解決手段】 検査対象画像と参照画像をそれぞれ複数の領域に分割して、各分割画像間で位置ずれ量を算出し、これら複数の位置ずれ量のうち、信頼性の高い位置ずれ量のみを用いて画像全体の位置ずれ量を決定することにより、パターンの疎密や形状、画像間の輝度差の大小、画像内の輝度むらの大小によらず高精度な位置合わせが可能となる。また、位置合わせ精度をモニタすることにより必要に応じて検出感度の調整を行う。

【選択図】 図 1



出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [000005108]

1. 変更年月日 1990年 8月31日

[変更理由] 新規登録

住 所 東京都千代田区神田駿河台4丁目6番地

氏 名 株式会社日立製作所